

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА КСЮ271.38Л

УДК 622.647.5:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Величко В.В.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А62

В.В. Величко

Руководитель ВКР

А.В. Крюков

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

Д. П. Ильященко

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10A62	Величко Виталию Валерьевичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рештака КСЮ271.38Л

Утверждена приказом проректора-директора
(директора) (дата, номер)

31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы преддипломной практики

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

1. Обзор и анализ литературы.
2. Объект и методы исследования.
3. Разработка технологического процесса.
4. Конструкторский раздел.
5. Проектирование участка сборки-сварки.
6. Финансовый менеджмент.
7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.КСЮ271.031.00.000 СБРештак1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.031.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.031 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.031 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.031 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.031 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.031 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент	Лизунков В.Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Величко В.В.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A62	Величко Виталию Валерьевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	4440896руб 323713,13 руб 7664527,32 руб
2. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Экономический анализ техпроцесса
2. Расчет составляющих себестоимости
3. Расчет количества приведенных затрат

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A62	Величко В.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A62	Величко Виталию Валерьевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рештака на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты</i> <p>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A62	Величко В.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 117 с., 3 рисунка, 26 таблиц, 43 источника, 4 приложения, 10 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки рештака КСЮ271.

Объектом исследования является процесс изготовления КСЮ271.

Цели и задачи исследования (работы). Целью работы является разработка технологии изготовления рештака и проектирование сварочного участка. Задачами данного курсового проекта являются: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2019 и КОМПАС-3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 117p., 3 drawings, 26 tables, 43 sources, 4 applications, 10 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost.

Relevance of the work: in this final qualifying work, the design of the assembly-welding section of the pans of the belt KSU271 is carried out.

The object of study is the manufacturing process of the pan lug KSU271.

The goals and objectives of the study (work). The aim of the work is the development of manufacturing technology for the pan and the design of the welding section. The objectives of this course project are: to study the component parts of the product, determine the grade of steel, choose a welding method, determine the modes of welding and welding materials, normalize operations, draw up a process, calculate the required amount of equipment and the number of workers.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 2019 and KOMPAS-3D V16 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	16
1 Обзор и анализ литературы	18
1.1 Импульсное воздействие сварочного тока при сварке плавящимся электродом	18
1.2 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом	19
1.3 Дуговая сварка в защитных газах с поперемной импульсной подачей разнородных газов	20
1.4 Заключение	22
2 Объект и методы исследования	23
2.1 Описание сварной конструкции	23
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	23
2.3 Методы проектирования	23
2.4 Постановка задачи	26
3 Разработка технологического процесса	29
3.1 Анализ исходных данных	29
3.1.1 Основные материалы	29
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	34
3.1.3 Выбор вспомогательных материалов	34
3.2 Расчет технологических режимов	36
3.3 Выбор основного оборудования	39
3.4 Выбор оснастки	42
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	43
3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	43
3.7 Разработка технической документации	47

3.8 Техническое нормирование операций	49
3.9 Материальное нормирование	51
3.9.1 Расход металла	51
3.9.2 Расход сварочной проволоки	52
3.9.3 Расход защитного газа	52
3.9.4 Расход электроэнергии	52
4 Конструкторский раздел	54
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	54
5 Проектирование участка сборки-сварки	56
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	56
5.2 Расчет основных элементов производства	57
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	57
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	59
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	60
5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха	60
5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	61
6 Финансовый менеджмент	63
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	63
6.2 Экономический анализ техпроцесса	63
6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	64
6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	66
6.2.3 Определение затрат на основные материалы	67
6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	68
6.2.5 Определение затрат на заработную плату	68
6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	69
6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала	70
6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию	70
6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух	71

6.2.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	71
6.2.11	Определение затрат на амортизацию приспособлений	72
6.2.12	Определение затрат на ремонт оборудования	73
6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	73
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	74
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	75
7	Социальная ответственность	77
7.1	Описание рабочего места	77
7.2.	Законодательные и нормативные документы	78
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	80
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	86
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	86
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	89
7.5	Охрана окружающей среды	90
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	91
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
	Заключение	93
	Список использованных источников	94
	Приложение А (Спецификация Рештак)	98
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	100
	Приложение В(Технологический процесс)	102
	Дискета CD	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА.КСЮ271.031.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	Формат 3-А1
	ФЮРА.000001.031.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1

ФЮРА.000002.031 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.031 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.031 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.031 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.031 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Сварка является одним из основных технологических процессов при изготовлении разнообразных металлических конструкций. Диапазон применения сварки очень велик. При помощи сварки сооружаются тысячекилометровые трубопроводы и железнодорожные пути, возводятся высотные здания и уникальные конструкции, изготавливаются самые разнообразные машины и механизмы. Без сварки невозможно изготовить бытовую технику – холодильник, компьютер.

Сварка – такой же необходимый технологический процесс, как и обработка металлов, литьё, ковка, штамповка. Большие технологические возможности сварки обеспечили её широкое применение при изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолётов, турбин, котлов, реакторов, мостов и других конструкций. Её применение способствует совершенствованию машиностроения и развития ракетостроения, атомной энергетике, радиоэлектроники.

В настоящее время сварочное производство является самостоятельной отраслью машиностроительной промышленности и для его дальнейшего развития требуется решение целого ряда вопросов, таких, как разработка новых сварочных машин, аппаратов и материалов.

Хорошее качество и высокая производительность позволяет применять сварку в изготовлении разнообразных металлоконструкций. Современная сварка за то, что она есть, такая как есть, обязана таким ученым и инженерам как академику Петрову, который впервые в мире получил электрическую дугу. С 1940 года успешно используется и развивается автоматическая и полуавтоматическая сварка.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рештака. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью

механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В настоящее время в сварочном производстве ведущее значение имеет снижение себестоимости изделия и увеличение производительности труда. Это гарантирует качественно лучшее применение рабочей силы в производственном процессе и повышает конкурентоспособность изделия на потребительском рынке, и это важнейшая задача в современной экономической политике России.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Импульсное воздействие сварочного тока при сварке плавящимся электродом

В современных сварочных технологиях широко применяют способы сварки с импульсным изменением сварочного тока. Потенциальные возможности и преимущества, которые открываются благодаря таким технологиям известны. В последние годы значительно возрос объем выполняемых научных работ по исследованию и разработке новых средств регулирования энергетических и технологических параметров импульсной сварочной дуги с плавящимся электродом. Цель этих работ – повышение качества сварных соединений: уменьшение количества и разновидности дефектов, повышение прочности и улучшение служебных характеристик сварных соединений[1].

Регулирование энергетических параметров сварочной дуги как источника тепловых и силовых воздействий в процессе нагрева, плавления, переноса металла электрода, а также движения металла сварочной ванны и металлургических процессов осуществляется несколькими путями. Достаточно эффективно изменение состава электродных проволок и газовых смесей. Действенны также электрические способы регулирования сварочного тока за счет управляющих воздействий на параметры источника питания дуги или привода подачи электродной проволоки. При сварке в защитных газах плавящимся электродом применение магнитных полей (аксиальных) характеризуется повышенным разбрызгиванием. Кроме того, существует граничное значение индукции магнитного поля (главным образом зависящее от тока сварки и магнитных свойств материала), превышение которого приводит к снижению глубины проплавления и ухудшению формирования шва [2].

1.2 Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом

Совершенствование процессов дуговой сварки и наплавки с использованием полуавтоматов и автоматов актуально вследствие их широкого применения при создании ответственных металлоконструкций различного назначения. К их числу относится и расширение возможностей по формированию сварного соединения, одной из составляющих которого является возможность управления формой шва. Такая задача в той или иной степени может решаться различными способами: применением специальных материалов, активирующих смесей, выбором режимов, технологическими приемами, используемыми сварщиком и др. [3, 4].

В последнее время для существенного улучшения результатов дуговой сварки плавящимся электродом все больше используются импульсные и модулированные воздействия [5]. На сегодняшний день существуют два основных направления осуществления импульсного воздействия на характеристики дуговой механизированной сварки плавящимся электродом [6]:

- за счет использования импульсных алгоритмов выходных параметров сварочного источника – тока [7];
- за счет работы механизма подачи электродной проволоки в импульсном режиме.

Первое направление является в настоящее время наиболее изученным и востребованным, однако до сих пор не все возможности импульсных технологических процессов реализованы в полной мере. Отмеченное обстоятельство особенно актуально для второго направления.

Для понимания физических процессов, сопровождающих импульсно-дуговые процессы сварки в режиме как постоянной подачи электродной проволоки, так и импульсной подачи, рассмотрим некоторые их специфические особенности.

Отметим, что импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом в защитных газах (ИДСПЭ) конструкционных сталей широко применяют в различных отраслях промышленности. В ИЭС им. О. Е. Патона, ряде российских учебных, научно-производственных и исследовательских организациях многие годы занимаются вопросами создания оборудования и технологии ИДСПЭ различных материалов. К настоящему времени накоплен значительный положительный опыт применения таких технологий в условиях промышленного производства, однако многие вопросы, в том числе и изучение возможностей ИДСПЭ поуравнению геометрией сварного шва аппаратными средствами требуют дополнительного изучения[8].

1.3 Дуговая сварка в защитных газах с поперемной импульсной подачей разнородных газов

Необходимость устранения дефектов, возникающих в сварных соединениях из алюминия, жаропрочных сплавов и трудносвариваемых высокопрочных сталей, требует дополнительных мер и средств в технологии сварки. Наиболее часто встречаются устраняемые подваркой дефекты приведены в таблице 1.1.

С целью предотвращения образования дефектов в настоящее время разработаны различные технологии сварки, способы подготовки свариваемых кромок, а также предложено множество видов электродной и присадочной проволоки. Однако ни одна из этих мер не позволяет полностью устранить все указанные дефекты.

Таблица 1.1 – Перечень дефектов

Дефект	Краткая характеристика влияния дефекта на прочность и герметичность сварного соединения
Подрезы в основном металле рядом со швом	Создают концентрацию напряжений, при нагружении соединения могут привести к его разрушению
Поры в шве	Нарушают герметичность и ухудшают механические свойства
Оксидные и вольфрамовые включения	Уменьшают сплошность и ухудшают механические свойства
Ослабления шва	Уменьшают сечение и прочность соединения
Излишняя выпуклость	Увеличивают внутренние напряжения

В данной работе исследовали новый технологический процесс сварки в защитных газах с попеременной (чередующейся) подачей Ar и He в дуговой промежутке. Этот технологический процесс сочетает преимущества АДС и ГДС, одновременно позволяя значительно уменьшить негативные последствия их недостатков. Чередующаяся пульсация потоков Ar и He в широком диапазоне частот и расходов обеспечивает специально разработанное устройство.

Результаты исследования нового технологического процесса и оценка его эффективности применительно к некоторым сплавам показали, что гелиевый импульс в рассматриваемом процессе обеспечивает глубокое проплавление свариваемого стыка, а аргоновый – служит для стабилизации дуги и при поверхностной тепловой обработки соединения.

Однако влияние попеременных импульсов разнородных газов на качество сварных соединений этим не ограничивается. Имеются и другие физические эффекты, показывающие, что новый технологический процесс – это не формальное совмещение двух известных процессов. Некоторые из выявленных эффектов приведены в данной работе [9].

1.4 Заключение

В настоящее время ученые проводят множество исследований, по изучению процессов, протекающих при дуговой сварке в защитных газах. Эти исследования позволяют улучшать технологию, устранять или уменьшать ее недостатки. Существует возможность регулирования энергетических параметров сварочной дуги. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность сварки в защитных газах. В настоящее время сварка в инертных газах, а также их смесях получила широкое распространение. Она характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается механизированная сварка в смеси газов ($Ar+CO_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Конвейер шахтный скребковый КСЮ271 предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Наличие литых боковин из высокопрочных сталей обеспечивает повышенную износостойкость и надежность при эксплуатации. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КСЮ271.031.00.000 СБ. Габаритные размеры изделия: 1655 мм × 1372 мм × 410 мм.

Масса, кг: 1242 кг.

Рештак подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

2.2.1 Подготовка и сборка изделий под сварку

Все поступающие на укрупнительную площадку изделия и элементы конструкции должны быть до начала сборки проверены мастером (или другим ответственным лицом) на наличие клейм, маркировки, а также сертификатов завода-изготовителя, подтверждающих соответствие материалов их назначению.

Детали под сварку должны поступать обработанными в соответствии с требованиями настоящего РД чертежей и технологических процессов на их изготовление. При отсутствии клейм, маркировки или сертификатов изделия и элементы конструкций к дальнейшей обработке не допускаются [10].

Конструктивные элементы подготовки кромок, размеры зазоров при сборке сварных соединений, а также выводных планок и предельные отклонения размеров сечения швов должны соответствовать требованиям рабочих чертежей, а при их отсутствии – величинам, указанным в ГОСТ 14771 на швы сварных соединений.

При обработке абразивным инструментом следы зачистки должны быть направлены вдоль кромок.

В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности [10].

Выполнение сварного шва начинается с проварки корня шва, которое должно быть выполнено с особой тщательностью. Непровары в корне шва являются концентраторами напряжений и способствуют зарождению трещин при эксплуатации [10].

Собранные элементы (изделия) должны прихватываться в нескольких местах ручной дуговой или механизированной сваркой. Прихватки должны располагаться на равном расстоянии друг от друга в местах последующего наложения сварного шва.

Длина прихваток должна быть не менее 50 мм и расстояние между ними не более 500 мм, а в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа длина прихваток должна быть не менее 100 мм, расстояние между прихватками не более 400 мм. Высота прихватки должна составлять 0,3-0,5 высоты будущего шва, но не менее 3 мм.

Катет шва прихваток под ручную дуговую сварку угловых и тавровых соединений должен быть равен катету шва, установленному рабочей документацией. В этом случае прихватки не переплавляются.

Запрещается наложение прихваток у кромок, не подлежащих сварке, в местах пересечения швов и на краях будущих швов.

Прихватки должны быть полностью перекрыты и по возможности переварены при наложении основного шва.

Прихватки выполняются на режимах, рекомендованных для сварки таких швов. Прихватки должны быть зачищены от шлака и проконтролированы. К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, следует удалять механическим способом.

Необходимость и режим предварительного подогрева при наложении прихваток определяются теми же критериями, что и при сварке основного шва [10].

2.2.2 Технология сварки. Общие указания

К сварке металлоконструкций следует приступать после приемки сборочных работ мастером по сварке или другим ответственным лицом, а также после проверки условий производства работ и выполнения организационных мероприятий по обеспечению безопасности производства работ (защита от атмосферных осадков, наличие площадок, лесов, подмостей, приставных лестниц и т.д.).

Сварку конструкций при укрупнении и в проектном положении следует проводить после проверки правильности сборки.

Последовательность выполнения сварных швов должна быть такой, чтобы обеспечивались минимальные деформации конструкции и предотвращались появления трещин в сварных соединениях.

Сварка сложных узлов металлоконструкций (двутавровых балок большого сечения, монтажных стыков подкрановых балок, узлов соединения балок с колоннами и др.) должна выполняться по технологическим картам или

инструкциям, в которых указаны последовательность наложения швов и приемы, обеспечивающие минимальные деформации и остаточные напряжения в конструкции.

Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме. Допускаемые отклонения принятых значений силы сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать $\pm 5\%$ от номинальных [10].

2.2.3 Технология механизированной сварки в углекислом газе и порошковой самозащитной проволокой

Механизированная сварка в углекислом газе и порошковой проволокой производится с помощью шланговых полуавтоматов.

В качестве источников питания используются преобразователи или выпрямители с жесткой или пологопадающей вольт-амперной характеристикой. Сварка ведется на постоянном токе обратной полярности.

Для механизированной монтажной сварки в углекислом газе используется главным образом проволока диаметром 1,0-1,6 мм. Проволока диаметром 1,8-2,5 мм может применяться для сварки изделий в нижнем положении.

Требования к подготовке кромок и сборке элементов под механизированную сварку такие же, как под ручную дуговую сварку [10].

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь,

подразумевают использование определенных методов. Сложность процесса проектирования (как и любой другой творческой деятельности), нестандартность проектных (жизненных) ситуаций вызывают необходимость знания различных методов и умения владеть ими.

Метод— это прием или способ действия с целью достижения желаемого результата. Его выбор зависит не только от вида решаемой задачи, но и индивидуальных черт разработчика (его характера, организации мышления, склонности к риску, способности принимать решения и нести за них ответственность и т. п.), условий его труда и оснащенности средствами оргтехники.

Основные группы методов.

В процессе проектирования вид разрабатываемой системы (устройства, процесса, явления и т. д.) проходит развитие от первоначально нечётких словесных описаний, приведённых в техническом задании, до детальных чертежей и опытных образцов. Этот процесс сопровождается решением отдельных взаимосвязанных задач, применением тех или иных моделей. В зависимости от объёма и вида сведений о решаемой задаче методы можно подразделить на эвристические, экспериментальные и формализованные.

Методы конструирования.

Эвристические методы позволяют найти оригинальные или неожиданные идею, техническое решение, образ объекта. Однако на практике такое требуется примерно в 10% решаемых задач, когда важны существенные прорыв в новое или отрыв от конкурентов. Чаще необходимо усовершенствовать уже известное решение. Это объясняется тем, что инженерное решение всегда должно увязываться с его практической реализуемостью, с возможностью «воплощения в металле», то есть быть, прежде всего, технологичным, экономичным и не требовать длительных по времени работ. А потому новое решение обычно получают путем постепенного внесения малых изменений в прежнюю, уже существующую конструкцию,

используя разные методы и подходы, условно называемые методами конструирования.

К методам конструирования относятся методы на основе преемственности, унификации, агрегатирования, модификации, стандартизации, инверсии и другие. По своему характеру эти методы являются эвристическими.

Конструктивная преемственность – это постепенное совершенствование конструкции путем введения в нее отдельных новых или дополнительных деталей, узлов, агрегатов взамен морально устаревших и неудовлетворяющих современным требованиям, либо с целью изменения прежних характеристик изделия. Метод основан на совершенствовании уже существующей конструкции. Он включает следующие этапы[11, 12, 13]:

- составление списка новых требований к конструкции и его анализ;
- выявление в конструкции частей, препятствующих удовлетворению этих требований;
- поиск путей по усовершенствованию данных частей или поиск вариантов для их замены.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления рештака и проектирование сварочного участка.

Задачами данного курсового проекта является: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Рештак— это цельносварная конструкция из элементов листового проката и литья, которая изготовлена из следующих марок сталей: R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX, 14Г2АФ, Сталь 3пс5, 14ХГ2САФД.

Химический состав и механические свойства стали R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 –Химический состав стали R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX,%[14]

C	Cr	Mn	Si	B	Ni	Mo	P	S	Ni
0,15	0,3	1,6	0,7	0,0004	0,25	0,25	0,025	0,01	0,25

Таблица 3.2 –Механические свойства стали R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX[14]

σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ_6 , %
1250	1000	10

Химический состав и механические свойства стали 14Г2АФ приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 –Химический состав стали 14Г2АФ(ГОСТ 27772-88) [15]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	N	As
0,12	0,5-0,8	1,3-1,7		Не более					
			0,3	0,04	0,035	0,30	0,3	0,08	0,08

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 14Г2АФ [15]

σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ_6 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
345	490	21	-

Химический состав и механические свойства стали ст3пс5 приведен в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали ст3пс5,% (ГОСТ 14637-89) [15]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	Не более						
			0,3	0,05	0,04	0,3	0,008	0,3	0,08

Таблица 3.6 – Механические свойства стали ст3пс5[15]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
205-245	370-480	23-26

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [15]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11-0,17	1,2-1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.8– Механические свойства стали 14ХГ2САФД[15]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
390	530	19	0,5

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным

процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [16].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. — в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний,

марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного

соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [17]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для R400
ТУ РМО-007/05 HARDOX:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (1,6/6) + (0,7/24) + (0,25/10) + (0,3/5) + (0,25/4) = 0,58\%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14Г2АФ:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + (1,3/6) + (0,5/24) + (0,3/10) + (0,3/5) = 0,447 \%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для Ст3пс5:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (0,3/6) + (0,05/24) + (0,3/10) = 0,23 \%.$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,14 + (0,05/5) + (0,17/6) + (1,2/24) + (0,2/14) = 0,243 \%.$$

Сталь R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX износостойкой листовой стали твердостью НВ 400 [14]. Сталь 14Г2АФ – конструкционная ГОСТ 27772-88 [18]. Сталь Ст3пс5 – углеродистая ГОСТ 14637-89 [18]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [18]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Как показывает практика, при сварке стали 14ХГ2САФД подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры

окружающего воздуха не ниже +5°C и толщине металла не более 30мм). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX, 14Г2АФ, Сталь 3пс5, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов Ar+CO₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [18]. Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO₂, (Ar-80%, CO₂-20%) так как ручная дуговая сварка менее эффективна и технологична, а сварка под флюсом применяется на прямых швах не менее метра длиной.

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку [18] Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О[19]

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Свойства металла шва $\sigma_b = 510$ МПа; $\delta = 24$ % [18].

3.1.3 Выбор вспомогательных материалов

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010).

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Состав CO₂, в % [18]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °C (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Состав Ar, в % [18]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.2 Расчет технологических режимов

Рассчитаем тавровое соединение ТЗ - $\nabla 16$ показанное на рисунке 3.1:

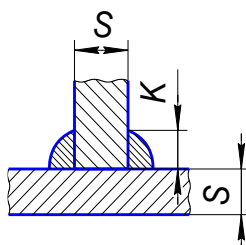


Рисунок 3.1 Тавровое соединение ТЗ - $\nabla 16$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [20]:

$$d_{ЭП} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad (3.2)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{H3}=40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [20]:

$$n_{по} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{F_{H3}} + 1 = \frac{172,5 - 20}{40} + 1 = 4,81. \quad (3.3)$$

Примем $n_{пр} = 4$. Уточним площадь F_{H3} с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{НО}} - n_{\text{НК}}} = \frac{172,6 - 20}{5 - 1} = 38,1 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭПК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, при сварке $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{ЭПК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 38,01^{0,625} = 1,45 \dots 3,98 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:
 $d_{\text{ЭПК}} = 1,6 \text{ мм}$. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,6 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки корневого и заполняющего проходов [20]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{38,1} = 3,28 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [20]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 20}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 38,1}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 63,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 227 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [20]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 63,2 + 145150} - 382 \right) = 253 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510$ А.

При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент k_{cm} , $k_{cm} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{ck} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ А.}$$

$$I_{cz} = 253 \cdot 1,1 = 278 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 280-300$ А.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [20]:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c, \quad (3.13)$$

$$U_{ck} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В,}$$

$$U_{cz} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В.}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [20]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{згk} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.12:

Таблица 3.12 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$ [2]

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $Ar + CO_2$, л/мин.	$n_{пр}$
18	1,6	280-300	28-29	3-6	12-13	5

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	I_b , мм	Расход газа, л/мин	N
-------	---------	---------------	-------------	-----------	-----------	------------	--------------------	---

1	H1 - Δ 18	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	6
2	T1 - Δ 18	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	6
3	T1 - Δ 12	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
4	T1 - Δ 16	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	5
5	T3 - Δ 16	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	5
6	У4 Δ 8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
7	T1 Δ 8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
8	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	11
9		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	8
10		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
11		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
12		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	2
13		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
14		1,2	16-18	100-140	28-29	19,2	11-14	1
15	H1 Δ 8	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	1
16	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	8
17		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3
18		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
19		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	4
20		1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	15-17	3

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки.

Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_s = 280-300$ А, напряжение сварки $U = 28-30$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат

ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) [21]. ПДГО-510 с инверторным выпрямителем Пионер-5000 – комплект для сварки ответственных конструкций на постоянном токе до 500А в среде защитного газа. Универсальный инверторный сварочный источник Пионер-5000 может использоваться для ручной дуговой (ММА) и аргонодуговой сварки (TIG).

Достоинства ПДГО-510:

- мощный 4-х роликовый подающий механизм, обеспечивающий повышенное тяговое усилие и возможность работы с горелками длиной до 5 м;
- плавная регулировка напряжения на дуге и скорости подачи электродной проволоки.
- стабильность скорости подачи сварочной проволоки обеспечивает качественную сварку на расстоянии до 30 метров от сварочного источника;
- автоматическое управление газовым трактом, сварочным источником и подающим механизмом посредством кнопки на сварочной горелке;
- два режима сварки: «Длинные швы» (4-х тактный режим) и «короткие швы» (2-х тактный режим);
- регулируемые режимы «Мягкий старт», «Время растяжки дуги», «Продувка газа до и после сварки»;
- режим заправки проволоки и проверки подачи газа;
- подача сварочной проволоки может производиться непосредственно с кассеты или с бухты, уложенной на разматывающее устройство;
- возможность установки механизма подачи проволоки на турель.

Достоинства выпрямителя Пионер-5000:

- широкий диапазон напряжений на дуге при механизированной сварке в защитных газах (16-39 В) и токах дуги (от 50 А), позволяющий выполнять сварку корневых, заполняющих и облицовочных слоев шва;
- возможность использования для механизированной сварки любых проволок – сплошного сечения, металлопорошковых и порошковых, включая самозащитные;
- ручная регулировка индуктивности сварочной цепи на 10 положений,

предназначенная для компенсации индуктивного сопротивления сварочного кабеля и стабильной работы инвертора в широком диапазоне токов;

- встроенный блок снижения напряжения при ручной сварке.

Выбранное оборудование аттестовано НАКС, по своим характеристикам соответствует необходимым режимам сварки, цена на данное оборудование относительно небольшая.

Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 –Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) [21]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	380 (+ ⁵ ₋₁₀ %)
Потребляемая мощность, кВА	25,0
Номинальный сварочный ток, А, при ПН=60%	500
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	50-500
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В,	16-39
Напряжение холостого хода, В	80,0
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	1,0-1,6
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м\ч	120-1100
Пределы регулирования времени продувки «Газ до сварки», сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-1,2
Пределы регулирования времени продувки «Газ после сварки» (защита сварочной ванны), сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-2,0

Продолжение таблицы 3.14

1	2
Пределы регулирования времени задержки отключения	0,2-1,2

выпрямителя (вылет проволоки), сек	
Пределы регулирования времени нарастания скорости подачи электродной проволоки от минимального до установленного значения (мягкий старт), сек	0,2-2,0
Масса проволоки на кассете, кг	15
Род сварочного тока	постоянный
Охлаждение	принудительное
Габаритные размеры источника питания, мм	636x322x584
Габаритные размеры механизма подачи, мм	620x255x425
Масса источника питания, кг	56,0
Масса механизма подачи, кг	18,0

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении рештака применяются: Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.031.00.000 СБ, линейка 300 ГОСТ 427-75, угольник УП-1, технологическая жесткость.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении рештака применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [22].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты [22].

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

При изготовлении рештака применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального и измерительного контроля:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

Для ВИК применяются, лупа, линейка и УШС-4.

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [23].

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [23].

Изготовление рештака начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются и свариваются боковина забойная поз. 11, боковина завальная поз. 1 и днище поз. 10 (операции 010-015). Затем устанавливается и приваривается днище нижнее поз. 9 (операции 020-025). Далее полученная сборочная единица перемещается на другое приспособление с кантователем, где производится выборка шва, установка технологических жесткостей и проварка швов (операции 030-035). После сб. ед. перемещается на другое приспособление, где производится стыковка с контрольными рештаками (операция 040). На сб. ед. устанавливается стенка поз. 2. На плите сборочной собираются два подузла состоящие из деталей: пластики поз. 14 (2 шт.), ребра поз. 15 (4 шт.) и башмаки поз. 3 и поз. 4. Подузлы устанавливаются на сб. ед. Далее на сб. ед. устанавливаются проушины поз. 5 и поз. 6, упор поз. 7 и накладка поз. 8. Сб. ед. снимается с приспособления и устанавливается на плиту сборочную. Потом устанавливаются пластики поз. 12 и поз. 13, накладки

поз. 16 и поз. 17. Детали прихватываются и свариваются между собой (операции 045-050). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 055-060).

Технологический процесс производства рештака приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки[24]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{в.и}. \quad (3.16)$$

где, $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.17)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n. \quad (3.18)$$

Время сварки для шва №20:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{39,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 11 = 55,03 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

1. Масса детали поз. 11 $m_1=19$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_1=0,78$ мин.

2. Масса детали поз. 1 $m_2=419,2$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_2=2$ мин.

3. Масса сб. ед. поз. 10 $m_3=178$ кг; установка изделия кран-балкой на приспособление $t_3=1,8$ мин.

4. Фиксация винтами и фиксаторами $t_4=1,6$ мин.

5. Клеймение $t_5=1,4$ мин.

$$t_{в.и}=0,78+2+1,8+1,6+1,4=7,58 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

1. Найдём время на прихватку:

$$1) \quad 0,15 \cdot 12 = 1,8 \text{ мин.},$$

Найдём время на предварительный подогрев и отпуск:

$$2) \quad 45,6 + 26,4 = 72 \text{ мин.},$$

Клеймение:

$$3) \quad 1,4 \text{ мин.}$$

$$4) \quad t_{в.и} = 1,8 + 72 + 1,4 = 75,2 \text{ мин.},$$

$$5) \quad T_{н.ш-к} = (55,03 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 70,84 \text{ мин.},$$

$$T_{ш} = 70,84 \cdot 1,57 \cdot 2 + 75,2 = 297,65 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рештака

№ опер.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	6,31
015	Сварочная	296,38
020	Слесарно-сборочная	35,03
025	Сварочная	1,8
030	Слесарная	28,32
035	Сварочная	979,98
040	Слесарная	33,4
045	Слесарно-сборочная	29,19
050	Сварочная	760,99
055	Слесарная	83,6
060	Контроль	24,13
Итого:		2279,14

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_o, \quad (3.19)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$;

$$m_M = 1242 \cdot 1,3 = 1614,6 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в CO_2 [20]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р.п.}} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{\text{НО}}, \quad (3.20)$$

где $K_{\text{р.п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р.п.}} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{\text{р.п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{\text{ЭП}} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 40,786 = 46,21 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [20]:

$$Q_{\text{з.г.}} = q_{\text{з.г.}} \cdot t_c, \quad (3.21)$$

где, $q_{\text{з.г.}}$ – расход защитного газа.

$$Q_{\text{з.г.}} = 17 \cdot 721,67 = 12268 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [20]:

$$W_{\text{ТЭ}} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.22)$$

где U_c , I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{Э.Э.}, \quad (3.23)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 1,24$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 1,203}{0,82} + \frac{30 \cdot 300 \cdot 10,825}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{12,028}{0,7} - 12,028 \right) = 130313 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 130,313 \cdot 1,24 = 161,59 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования[26, 27, 28, 29, 30, 31, 32].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рештака используются приспособление сварочное ФЮРА.000001.031.00.000 СБ с кантователем ГРП-КД1-ПЩ 2000, на котором используются винтовые прижимы для фиксации сборочной единицы.

На приспособлении сварочном ФЮРА.000001.031.00.000 СБ расположены винтовые прижимы, предназначенные для закрепления сборочной единицы.

Кантователи двухстоечные серии ГРП-КД1-ПЩ предназначены для синхронного подъема и кантования на любой угол крупногабаритных тел различной грузоподъемности. Применяется в сборочно-сварочных работах,

обеспечивает безопасность работ, повышает производительность, освобождает грузоподъемные механизмы. Для работы требуется один оператор. Кантователи серии ГРП-КД1-ПЦ разработаны в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69 и используются при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40 С.

Описание конструкции кантователя ГРП-КД1-ПЦ.

Кантователь двухстоечный с подъемом за центр серии ГРП-КД1-ПЦ состоит:

1. Передвижная стойка (электромеханический привод) - перемещается с помощью трапецеидального винта и червячного мотор-редуктора, имеет ход до 2-х метров;

Передвижная стойка имеет колонну, рельсовый путь и тележку. Управление осуществляется с центрального пульта закрепленного на подвижной стойке. Тележка имеет 4 винтовых стопора, которые предназначены для надежной фиксации стойки к рельсовому пути и препятствия опрокидывания.

2. Стационарная стойка - крепится к полу и является не подвижной;

Стационарная стойка имеет прочную и жесткую сварную колонну, установленную на подрамник, увеличивающий опорную поверхность. Стационарная стойка имеет крепежные лапы для крепления с помощью анкерных болтов к полу. Конструкция колонны аналогична [33].

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода.

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента,

приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Мастерские: изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-канторские и бытовые помещения. Кантора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [18].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \cdot T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010; 015; 020; 025:

$$T_r = 500 \cdot \frac{6,31 + 73,93 + 35,03 + 1,8}{60} = 2829 \text{ ч.},$$

Φ_n – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_n - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2829}{3754} = 0,75,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,75}{1} = 0,75.$$

– для операций 030; 035:

$$T_r = 500 \cdot \frac{28,32 + 774,23}{60} = 8403 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{8403}{3754} = 2,24,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 3$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{2,24}{3} = 0,75.$$

– для операций 040:

$$T_r = 500 \cdot \frac{33,4 + 29,19}{60} = 522 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{522}{3754} = 0,14,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,14}{1} = 0,14.$$

– для операций 045; 050; 055; 060:

$$T_r = 500 \cdot \frac{29,19 + 289,86 + 83,6 + 24,13}{60} = 7483 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{7483}{3754} = 1,993,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{1,993}{2} = 0,996.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 2829 + 8403 + 522 + 7483 = 19236 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.,}$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{19236}{1734} = 9,73. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 10$. В первую смену работает 6 человек, а во вторую смену работает 4 человека.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{19236}{1734} = 11,09. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 12$.

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих)– 3;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) –2;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [34].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;
- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха,

гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [34].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [34].

Для проектируемого участка сборки и сварки рештака принимаем схему компоновки производственного процесса с продольно-поперечным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

На плане участка показаны приспособление сборочное, приспособление сварочное, приспособление сварочное ФЮРА.000001.031.00.000 СБ скантователем ГРП-КД1-ПЦ 2000, плита сборочная, сварочное оборудование сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС). Перемещение осуществляется кранбалкой $Q = 2,0$ т.

6 Финансовый менеджмент

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления рештака допускает различные варианты решения.

Рештак – металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Конвейер шахтный скребковый КСЮ271 предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Наличие литых боковин из высокопрочных сталей обеспечивает повышенную износостойкость и надежность при эксплуатации.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [35]:

$$Z_{\pi} = C + E_{\pi} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_{π} – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим российское сварочное оборудование сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС).

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака приведены в таблице 3.20.

6.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [35]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.2)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом

транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i —количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} — коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [21]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
ПДГО-510	бшт.	180400
Пионер-5000	бшт.	

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб. · год
ПДГО-510	6 шт.	792317
Пионер-5000	бшт.	
Итого		792317

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [35]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot P_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (6.3)$$

где $K_{\text{пр}j}$ — оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

P_j —количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ — коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _п , шт	К _{пр} ,руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное	324600	1	244619
Роликовый стенд	254000	1	35281
Приспособление ФЮРА.000001.031.00.000 СБ с кантователем ГРП-КД1-ПЦ 2000	1312500	3	2937375
Плита сборочная	94000	2	187342
ИТОГО			3404616

6.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [35]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot \Pi_{зд}, \text{руб.}, \quad (6.4)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 216,28 \text{ м}^2$,

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [35];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м³ здания на 01.01.2020 составляет, $\Pi_{зд} = 94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{зп} = 124,79 \cdot 12 \cdot 94 = 140763 \text{ руб.}$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К _{зд} , руб.
ПДГО-510 Пионер-5000	243964

6.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, на изготовление изделия находим по формуле [35]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M - H_0 \cdot C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_M – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 14Г2АФ, Сталь 3пс5, R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX на 01.01.2020, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_M = 40,63$ руб./кг, при $m_M = 692 \cdot 1,3 = 899,6$ кг.;
- для стали 14Г2АФ $C_M = 45$ руб./кг, при $m_M = 345 \cdot 1,3 = 448,5$ кг.;
- для стали Сталь 3пс5 $C_M = 30$ руб./кг, при $m_M = 153 \cdot 1,3 = 198,9$ кг.;
- для стали R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX $C_M = 400$ руб./кг, при

$m_M = 180 \cdot 1,3 = 234$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [18].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_M \cdot 0,3 = 692 \cdot 0,3 + 345 \cdot 0,3 + 153 \cdot 0,3 + 180 \cdot 0,3 = 411$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_M = 1,04 \cdot (899,6 \cdot 40,63 + 448,5 \cdot 45 + 198,9 \cdot 30 + 234 \cdot 400) - 411 \cdot 20 = \\ = 154332,26 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [35]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд.}, \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 40,786$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [20], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,

$\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с} = 78,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.спредл.} = (40,786 \cdot 78,8) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 3641,39 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [20]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.,} \quad (6.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [20];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,52 \text{ руб./м}^3$;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 12,028 \text{ ч}$.

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 12,028 = 880,66 \text{ руб/изд.}$$

6.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.8)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $TC = 62,01 \text{ руб.}$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского

страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая– 30.

$$C_{\text{з.п.сд}} = 62,01 \cdot \frac{2279,14}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 7014,74 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

6.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.всп.р}} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{\text{врj}} \cdot \frac{F_{\text{д}}}{12} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.9)$$

где TC– тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC– 61,58 руб.;
- для контролеров ОТК TC– 156 руб.;
- для МОП TC– 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

Ч_{врj}– численность рабочих по соответствующей профессии;

F_д– действительный фонд рабочего времени, F_д= 1769 ч;

K_д– коэффициент, для учета дополнительной заработной платы, K_д=1,15;

K_{пр}– коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, K_{пр}=1,3;

K_{рай}– районный коэффициент, K_{рай}=1,3;

α₁, α₂, α₃, α₄– страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{\text{з.п.слесарей}} = 61,58 \cdot 3 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 81103,21 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 81103,21 + 68485,99 + 24918,36 = 174507,56 \text{ руб.} \quad (6.10)$$

6.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot \text{Ч}_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

где $C_{зуп}$ — месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$\text{Ч}_{ауп}$ — численность работников административно-управленческого персонала должности, $\text{Ч}_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2063066,99 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [20]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o\right), \quad (6.12)$$

где U_c и I_c — электрические параметры режима сварки;

T_o — основное время сварки;

η_u – КПД оборудования, $\eta=0,82$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x=0,4$ Вт;

K_u – коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u=0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [20]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.13)$$

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э=5,63$ руб.

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.}=647,43$ руб.

6.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [35]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где $g_{возд}^{ЭН}$ – расход воздуха, $м^3/ч$.

$k_{тп}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{тп}=1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{ЭН} = 1,2 \text{ м}^3/ч.;$$

$Ц_{возд} = 0,184295$ руб/ $м^3$, стоимость воздуха на 01.01.2020 г.;

$$C_{воздпр} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [35]:

$$C_з = \sum_{i=q}^n \frac{Ц_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [35];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб}, \quad (6.16)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{co}=3\div 12$ лет);

$$a_{ni} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.}$$

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$a_i, \%$	C_z , руб/изд.
ПДГО-510 Пионер-5000	14,3	271,65

6.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяют по формуле [35]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [35].

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	C_{np} , руб	C_n , шт.	$C_{ап}$, руб/ед. год
Приспособление сборочно-сварочное	324600	1	73,39
Роликовый стенд	254000	1	10,58
Приспособление ФЮРА.000001.031.00.000 СБ с кантователем ГРП-КД1-ПЦ 2000	1312500	3	881,21
Плита сборочная	94000	2	56,2
ИТОГО			1021,38

6.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [35]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [34];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ ч.}$ [35].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	$T, \text{ ч}$	$C_p, \text{ руб./год.}$
ПДГО-510	7	1096	37,99	0,98
Пионер-5000				
Итого:				0,98

6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [35]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 216,28 \text{ м}^2$;

$\Pi_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_{\text{п}} = \frac{216,28 \cdot 250}{500} = 108,14 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\pi} = C + \epsilon_n \cdot K, \quad (6.20)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

ϵ_n – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\epsilon_n = 0,15$ (руб./ед)/руб. [35];

K_y – удельные капитальные вложения, руб./ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

где $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{в.м.}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд.}}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{з}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_{\text{у}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_{\text{р}}$ – затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 792317 + 3404616 + 243964 = 4440897 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 500 \cdot (154332,26 + 3641,39 + 880,66 + 1961,14 + 7014,74 + 647,43 + 0,35 + 271,65 + 1021,38 + 0,98 + 108,14) + 174507,56 \cdot 12 + 2063066,99 = 89097216,03 \text{ руб/изд. год,}$$

$$Z_{\pi}^2 = 89097216,03 + 0,15 \cdot 4440897 = 89763350,55 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 –Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	73,2
3	Производственная площадь участка, м ²	216,28
4	Количество оборудования, шт.	6
5	Списочное количество рабочих, чел.	12
6	Явочное количество рабочих, чел	10
7	Количество рабочих в первую смену, чел	6
8	Количество вспомогательных рабочих	3
9	Количество ИТР	2
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд.·год	89763350,55

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплата рабочим, расходы на электроэнергию, амортизация и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы видим следующие цифры:

- капитальные вложения 4440897руб;

- себестоимость продукции 89097216,03 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество
приведенных затрат 89763350,55 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рештака. При изготовлении рештака осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рештака на участке используется следующее оборудование:

- ПДГО-510	6 шт.
- ПДГО-510	6 шт.
- Приспособление сборочно-сварочное	1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.031.00.000 СБ	3 шт.
- кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000	3 шт.
- плита сборочная	2 шт.
- роликовый стенд	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5т.

Изготавливаемое изделие, решта, – это металлический желоб качающегося или скребкового конвейера, применяемого в горном деле. Конвейер шахтный скребковый КСЮ271 предназначен для транспортировки угля вдоль лавы и погрузки угля на перегружатель в очистных забоях шахт, включая опасные по пыли и газу. Наличие литых боковин из высокопрочных сталей обеспечивает повышенную износостойкость и надежность при эксплуатации. Масса рештака составляет 1242 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: R400 ТУ РМО-007/05 HARDOX, 14Г2АФ, Сталь 3пс5, 14ХГ2САФД. Сварка

производится в смеси Ag (80 %)+CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также шестнадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 216,28\text{м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение

сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 0,31 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5÷0,6%; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [36, 37].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию—пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [37].

На участке сборки и сварки изготовления рештака применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [38].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле[39]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B - ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [40];

n – количество зонтов.

Определим количество конвентивного тепла выделяемого источником [40]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{ит}_в}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 6 = 79,056 \text{ м}^2,$$

$$L_{\text{м}} = 79,056 \cdot 0,2 = 15,81 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_o = 56920 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 14-46-8K1с двигателем АИР250М845 кВт 735 об.

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

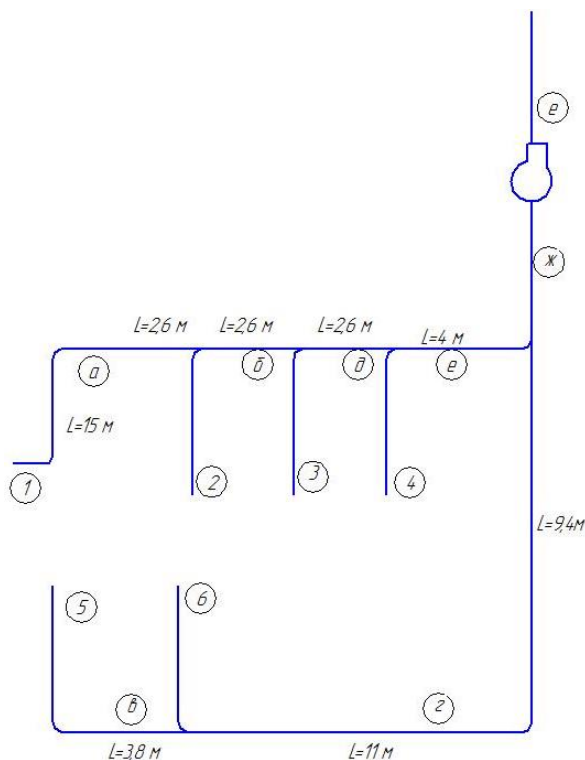


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 56920 \cdot 2/6 = 18973,33 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Для второй ветви:

$$L_{M2} = 56920 \cdot 4/6 = 37947 \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [39]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{18973,33}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

Определим диаметр воздуховода для второй ветви:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{37947}{0,2} \right)^{1/2} = 492 \text{ мм},$$

Определим диаметр главного воздуховода:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{56920}{0,2} \right)^{1/2} = 603 \text{ мм},$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- ПДГО-510;
- Пионер-5000;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [40].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [40].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата

плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [37].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [31].

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 16 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 4 ряда по 6 светильников.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [42].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень

средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2–Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители –

вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация решётки на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъёмных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [43].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки решётка ФЮРА.КСЮ.271.031.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем

покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [43].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рештака предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [43].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рештака.

Для сборки-сварки рештака применено стационарное сборочно – сварочное приспособление с пневмоприжимами установленное в кантователь, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 216,28м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 73,2%;

Количество приведенных затрат–89763350,55руб./изд.·год.

Список использованных источников

1. Kitsch M. Metall-Inertgasschweißen von Aluminiummit gepulster Schutzgaszufuhr // Schweißen und Schneiden. 2006. Vol. 58. No 1. S. 19-22.
2. Жерносеков А.М., Сидорец В.Н., Шевчук С.А. – Комбинированное импульсное воздействие защитных газов и сварочного тока при сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №12 – 2013 – С. 9-13
3. Патон Б.Е., Сараев Ю.Н., Лебедев В.А. Совершенствование технологических процессов сварки и наплавки на основе методов управляемого высокоэнергетического воздействия на характеристики плавления и переноса электродного металла // Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Юрга: Томский политехнический университет, 2010. 577 с.
4. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом // Техника и технология будущего. Томск: Томский политехнический университет, 2012. 208 с.
5. Сараев Ю.Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки. Новосибирск: Наука, 1994. 107 с.
6. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка. 2007. № 10. С. 48-52.
7. Сараев Ю.Н. Управление переносом электродного металла при сварке в CO₂ с короткими замыканиями дугового промежутка // Автоматическая сварка. 1988. № 12. С. 16-23.
8. Лебедев В.А., Максимов С.Ю., Жерносеков А.М., Сараев Ю.Н. / Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №5 – 2014 – С. 10-16.
9. Тазетдинов Р.Г., Новиков О.М., Персидский А.С., Хасянов Б.А., Иванов Е.Н., Плаксина Л.Т. / Дуговая сварка в защитных газах с попеременной

импульсной подачей разнородных газов // Сварочное Производство – №1 – 2012 – С. 38-42.

10. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.

11. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов.радио, 1979. – 184 с.

12. Джонс Дж.К. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986. – 326 с.

13. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. – М.: Мир, 1969. – 440 с.

14. HARDOX 400 Спецификация [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://uralmashcom.info/files/HARDOX_400_ru.pdf

15. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.

16. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.

17. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. – 247с.

18. Китаев А. М. Китаев Я. А. Справочная книга сварщика. М: Машиностроение, 1985. - 256 с.

19. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm

20. Федько В.Т./Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ,» - 1993. – 98с.

21. Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС)[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtomaticheskaya-svarka/poluvavtomaty-perenosnoj-mpp/pdgo-510-s-pioner-5000-naks/>

22. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

23. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24с.
24. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
25. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Новейшие технологии изготовления сварных конструкций. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2006.
26. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Устройства для перемещения сварочных аппаратов и их расчет. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
27. Крампит Н.Ю., Копытов О.В., Друзик О.А. Устройства для перемещения сварочных аппаратов. Сварочные колонны и тележки. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.
28. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.
29. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.
30. Ковалев Г.Д., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.
31. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г., Крампит М.А. Устройства для поворота изделия. Вращатели и манипуляторы. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012.
32. Крампит Н.Ю., Крампит М.А., Лукашов А.С. Устройства для перемещения изделия. Транспортёры. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2012 г.
33. Кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<https://group17.ru/kantovateli/dvuhstoechnye/grp-kd-1.html>

34. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40с.
35. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005.– 32с.
36. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
37. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
38. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
39. О.Н.Русак, доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.
40. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд.филиала ТПУ, 2012. – 96с.
41. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
42. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298с.
43. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141с.
44. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:<http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>